

TESI DI LAUREA
IN
INGEGNERIA AEROSPAZIALE
INDIRIZZO SPAZIALE

UNO STRUMENTO DI ANALISI DI SISTEMA PER IL
TRASFERIMENTO LEO-GEO CON PROPULSIONE
ELETTRICA
DAL LANCIATORE VEGA

Francesco Bellardi

Anno Accademico 2002-2003

T138



SOMMARIO

Vega è un lanciatore spaziale in fase di sviluppo per conto dell'agenzia spaziale europea (ESA). E' interesse della comunità spaziale valutare la possibilità di estendere l'inviluppo operativo del lanciatore utilizzando veicoli spaziali equipaggiati con propulsione elettrica. Lo scopo della presente tesi è di fornire uno strumento informatico che permetta di effettuare lo studio di sistema ed il dimensionamento preliminare di tali veicoli. In particolare è stato esaminato il caso di un trasferimento da orbita bassa (LEO) ad orbita geostazionaria (GEO).

Inizialmente è stata condotta un'analisi dettagliata delle tecnologie disponibili, con particolare riguardo ai sottosistemi di propulsione elettrica di generazione di potenza e di controllo d'assetto. Sono state anche riportate le principali informazioni sul lanciatore Vega e sul suo inviluppo operativo.

E' stata quindi effettuata un'analisi di missione utilizzando sia la teoria dei trasferimenti a bassa spinta, sia il propagatore orbitale D-Orbit sviluppato presso Centrosazio, che è stato opportunamente ampliato con la creazione di un modello che consentisse di misurare il degradamento dei pannelli solari durante la fase di trasferimento. Sono state individuate tre possibili strategie di missione alternative, tenendo conto del comportamento dei propulsori selezionati al variare della potenza generata dai pannelli solari.

Grazie allo strumento sviluppato in questa tesi si sono poi compiuti, alla luce dei risultati dell'analisi di missione, gli studi di sistema per due configurazioni alternative del veicolo spaziale lanciato da Vega, relative al caso di un satellite autonomo ed a quello di un modulo di trasferimento.

Si è infine effettuata una comparazione delle soluzioni individuate, identificando quale tra esse fosse la preferibile. Di quest'ultima è stato realizzato uno studio preliminare della configurazione geometrica.

ABSTRACT

Vega is a launcher currently under development by the European Space Agency (ESA). It is in the interest of the space community to evaluate the possible extension of its operating envelope using space vehicles equipped with electric thrusters. Objective of the present thesis work is to provide a software tool that allows the system study and preliminary sizing of such vehicles. In particular it has been examined the case of a transfer from Low Earth Orbit (LEO) to Geosynchronous Earth Orbit (GEO).

Initially, a detailed analysis of the off-the-shelf technologies has been carried out, with special emphasis on the electric propulsion, power generation and attitude control subsystems. Furthermore, the principal characteristics of the Vega launch vehicle and its operational envelope have been provided.

Then a detailed mission analysis has been studied, using both the low thrust orbit transfer theory and the orbital simulation software D-Orbit devised at Centropazio, which has been broadened by designing an algorithm to account for the decay of solar panels during the orbit transfer phase. Three alternative mission strategies have been considered, accounting for the behaviour of the chosen thrusters with varying power levels provided by the solar panels.

Thanks to the software devised in the present work and its results, studies for two alternate configurations of the Vega launch vehicle have been carried out, one for an autonomous satellite, the other for a transfer module.

Finally, a comparison of the solutions thus obtained has been done, identifying the most favourable one. Of this chosen configuration, a preliminary study of the geometrical configuration has been realized.

*“Circling the earth in the
orbital spaceship I marvelled
at the beauty of our planet.
People of the world!
let us safeguard and enhance
this beauty, not destroy it!”*

Yuri Gagarin, Soviet Cosmonaut

RINGRAZIAMENTI

Desidero iniziare i miei ringraziamenti con il professor Mariano Andrenucci, che mi ha dato la preziosa opportunità di svolgere questo lavoro di tesi in un ambiente motivante come è quello di Centrospazio.

Un grazie di cuore va al dott. Salvo Marcuccio, per avermi supportato ogni qual volta gli è stato possibile, per avermi passato una parte delle sue grandissime conoscenze in materia di sistemi spaziali e per avermi ridonato entusiasmo nei momenti difficili.

Un sentito ringraziamento va all'ing. Fabio Ceccanti che ha seguito l'evolversi di questo lavoro e che è stato una presenza costante e preziosa sia dal punto di vista professionale che dal punto di vista umano; grazie per l'infinita pazienza.

Un grazie anche a tutto il personale di Centrospazio.

Ringrazio la mia famiglia e i miei amici Tommaso, Diego, Nicola, Stefano, Matteo, Alessio, Sara (Sore), Diana, Francesca, Marta, Maura, Annalisa, Stephanie, Clara e Sara. Ognuno di loro, a suo modo, è stato una luce preziosa lungo il cammino di questi anni.

